LES CÉPHALOPODES DÉROULÉS ET L'IRRÉVERSIBILITÉ DE L'ÉVOLUTION,

PAR

LOUIS DOLLO,

D. Sc. (UTRECHT),

Membre associé étranger de l'Académie royale des Sciences d'Amsterdam, Membre honoraire de la Société royale de Zoologie „Natura Artis Magistra" d'Amsterdam, à Bruxelles (Musée).

(Avec la Planche VII)

I.

INTRODUCTION

1. — Nous en sommes exactement, aujourd'hui, avec l'*Irréversibilite* au même point qu'avec la *Loi de la Récapitulation*: les uns l'affirment absolument; les autres la nient absolument; d'autres, enfin, l'admettent sous conditions à déterminer.

D'aucuns s'en servent sans cesse, mais sans se douter qu'ils l'emploient; certains même la contredisent sans la comprendre!

Il faut attendre: le temps éclaircira tout cela [1]).

2. — Mais, pourquoi ne pas répondre immédiatement à toutes les objections?

Immédiatement! Pour tous les Organismes! Impossible. Nul ne saurait être un *Spécialiste général!*

3. — Car, un *Examen critique approfondi* peut seul conduire à un résultat utile.

Une dent, un doigt, une étamine, réapparaissent. — Aussitôt, on s'écrie: Réversibilité!

Si c'est la reproduction de l'état ancestral (dans la limite des variations individuelles), oui. — Sinon, non!

4. — Et encore faut-il considérer séparément l'*Irréversibilité* dans le *Caractère*, dans l'*Organe*, dans l'*Individu*, dans l'*Espèce*.

5. — D'ailleurs, l'*Irréversibilité doit être*.

Puisque, pour reproduire un état ancestral, il ne peut être question de s'arrêter à une *étape* quelconque du *développement ontogénique*, — attendu que l'Ontogénie n'est pas une récapitulation exacte et complète de la Phylogénie.

Et quant à parcourir, à partir de la naissance, *à rebours*, dans l'espèce, étape par étape, le *développement phylogénique*, c'est absolument invraisemblable, — il y a trop d'autres possibilités, la probabilité est nulle.

1) L. DOLLO, *Les Lois de l'Evolution*. Bulletin de la Société belge de Géologie. 1893. Vol. VII, p. 164.

En réalité, l'*Irréversibilité* date, non de 1893, mais de 1890, comme le prouve le passage suivant: "Dans le cours du développement, *Argonauta* présente une invagination préconchylienne, qui s'évanouit plus tard. Si, donc, *Argonauta* est forcé de se faire une coquille par un autre moyen, c'est que la coquille palléale, une fois perdue, ne peut plus réapparaître: preuve de l'*irréversibilité de l'évolution,* formulée par DOLLO (Cours donné à l'Institut Solvay, 4e leçon, p. 2. Bruxelles, 1890)."

P. PELSENEER, *Introduction à l'étude des Mollusques*. Annales de la Société Royale Malacologique de Belgique. 1892. Vol. XXVII, p. 205.

6. — C'est ce qui nous explique pourquoi il n'y a jamais de *Récurrences* dans les *Séries paléontologiques.*

7. — Alors, qu'est-ce que l'*Atavisme?*

L'Atavisme est toujours *partiel.* De façon que, si l'un ou l'autre cas venait à se fixer, il ne reproduirait pas exactement un état ancestral. Et c'est justement en cela que consiste l'Irréversibilité.

Ainsi, pas un seul *Cheval polydactyle* (dont, pourtant, tant de spécimens, et si variés, ont été décrits) ne reproduit, même en tenant compte des variations individuelles, une seule des étapes de la *Phylogénie du Cheval,* qui nous est si bien connue aujourd'hui [1]).

8. — Et il ne peut en être autrement.

Car, l'*Individu,* par exemple, est la Résultante de la lutte, dans l'Ontogénie, entre l'*Hérédité* et la *Variation.*

Si l'Hérédité domine d'une façon excessive, il pourra y avoir retour en arrière.

Mais, comme à ce moment, la Variation n'est pas nulle, elle intervient pour empêcher le retour parfait.

D'où l'Irréversibilité.

9. — N'y a-t-il donc pas de cas de *Réversibilité* bien établis?

En apparence, oui. En réalité, je n'en connais pas qui puisse être considéré comme définitivement démontré.

Tantôt, ce sont de simples assertions, qui n'ont pas de valeur probante. Tantôt, ce sont des faits susceptibles d'une autre interprétation.

Ainsi, je me propose de faire voir prochainement que, contrairement à une opinion particulièrement compétente exprimée récemment, *Lithodes* et *Birgus* sont deux beaux exemples d'*Irréversibilité!* [2]).

10. — Maintenant, il ne faut pas oublier non plus que, dans les questions d'*Irréversibilité,* comme dans la distinction des Espèces, il y a des caractères faciles, et des *caractères difficiles* à constater.

Il est facile de distinguer un Lion d'un Tigre par la peau; beaucoup moins par le squelette, notamment par l'humérus ou le fémur, ou les vertèbres.

Cependant, *tous* les organes portent les *caractères de l'Espèce.*

De même, en Irréversibilité: il faut, par conséquent, quand les circonstances l'exigent, savoir choisir les caractères pour la mettre en évidence.

11. — D'autre part, pas de Morphologie, — donc de Phylogénie, — si on n'est pas à même de séparer les *caractères primitifs* des *caractères secondaires.*

Sans cela, les Baleines sont des Poissons.

Et comment y arriver si ce n'est par l'*Irréversibilité,* — ou, ce qui revient au même, par l'*Indestructibilité du Passé?*

Dans l'Evolution, — toute trace des étapes intermédiaires ne disparaît jamais entièrement, — et c'est cette impossibilité du complet retour à l'état initial, — qui permet de reconnaître les caractères secondaires des caractères primitifs.

Pour en revenir à *Lithodes* et à *Birgus,* — comment saurait-on que ces faux Crabes furent, un jour, des Bernards-l'Hermite, — s'ils ne portaient plus aucune *trace* de leur *Vie Cénobitique passée?*

12. — Et, cependant, que d'*occasions perdues* de *Réversibilité,* si la chose était possible!

1. — Les *Cétacés,* les *Siréniens,* les *Pinnipèdes,* — pour ne citer que ceux-là, — se sont adaptés à la *Vie Aquatique Secondaire,* — mais, néanmoins, ont conservé la *Respiration atmosphérique* (désavantageuse pour eux!) de leurs *Ancêtres terrestres,* — malgré la *Récapitulation* ontogénique des *Arcs branchiaux* des *Poissons* dont ils descendent [3]).

1) C. Gegenbaur, *Polydactylie als Atavismus.* Morphologisches Jahrbuch. 1880. Vol. VI, p. 584.
J. E. V. Boas, *Zur Beurteilung der Polydactylie des Pferdes.* Zoologische Jahrbücher (Anatomie und Ontogenie). 1917. Vol. XL, p. 49.

2) J. E. V. Boas, *Zur Kenntnis des Hinterfusses der Marsupialier.* Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab: Biologiske Meddelelser. 1918. Vol. I, N°. 8, pp. 12 et 18.

3) O. Hertwig, *Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere.* Iéna, 1901. Vol. I, 2, p. 118.

2. — Certains *Chéloniens,* — également adaptés à la *Vie Aquatique Secondaire,* — ont gardé, de même, la *Respiration atmosphérique* de leurs *Ancêtres terrestres,* — mais l'ont complétée par une *Respiration aquatique secondaire,* — et cela de deux manières différentes:

1. Par des Villosités pharyngiennes . . . . *Trionyx.*
2. Par des Sacs anaux, tapissés de Villosités . . . . *Batagur.*

Ainsi, — dans l'un, ni dans l'autre cas, — ils n'ont repris la *Respiration branchiale* des *Poissons* dont ils proviennent, — malgré la *Récapitulation* ontogénique des *Arcs branchiaux* de ces Poissons [1]).

3. — Divers *Crabes,* — se sont, de leur côté, adaptés à une *Vie Nectique Secondaire,* — et, ici encore, en employant des moyens indépendants:

1. Par des Palettes, pour ramer . . . . *Neptunus* [2]).
2. Par des Soies, pour ramer . . . . *Planes* [3]).

Pourtant, — dans l'un, ni dans l'autre cas, de nouveau, — ils ne sont redevenus la *Crevette ancestrale* dont ils dérivent, — ni n'en retrouvent, même séparément, les Pattes abdominales ou la Queue, — bien qu'ils *récapitulent* tout cela ontogéniquement dans le stade *Megalops* [4]).

4. — *Pourquoi* toutes ces *occasions perdues* de *Réversibilité?*

Parce que les *Arcs branchiaux* des *Poissons ancestraux,* — ou la *Queue* de la *Crevette ancestrale,* — soit eux-mêmes directement, soit leurs *matériaux,* — ont été *employés* à autre chose, — et, par conséquent, ne sont *plus disponibles,* — pour rétablir, par leur retour à l'état initial, leur *fonction primitive.*

D'où la nécessité de structures nouvelles, et c'est précisément l'*Irréversibilité.*

13. — Pour terminer ces considérations générales sur l'*Irréversibilité,* je me permettrai d'appeler l'attention sur un point qui me paraît très important.

C'est qu'il faut toujours distinguer avec soin la *Réversibilité fonctionnelle* (ou physiologique, presque toujours possible) et la *Réversibilité de structure* (ou morphologique, qui est tout autre chose).

14. — Faute de le faire, on tombe dans des confusions qui conduisent à des conclusions erronées.

C'est justement ce qui arrive à l'éminent zoologiste de l'Université d'Iéna, M. L. Plate, lorsqu'il écrit:

„In der Tat hält es nicht schwer festzustellen, dass in der Phylogenie gar nicht selten der frühere Zustand wieder eintritt." . . . . . „Die Ammoniten haben am Ende ihrer Laufbahn wieder die gestreckten Schalen der Ausgangsform angenommen. Die Pristiden leiten sich von den am Boden lebenden Rochen ab, sind aber wieder freischwimmend geworden und haben damit die ursprüngliche Form der Haie wieder angenommen" [5]).

Oui, mais, ni les *Ammonites,* ni les *Scies,* ne retournent, — même en tenant compte des *variations individuelles,* dans toute leur amplitude, — à la *structure initiale.*

Nous avons donc affaire, ici, à un cas de *Réversibilité physiologique,* — et non à un cas de *Réversibilité morphologique.*

Et l'évolution des *Ammonites,* comme celle des *Scies,* — au lieu d'être une objection, — se trouve être une des plus belles *confirmations* de l'*Irréversibilité!*

C'est ce que je vais démontrer.

1) O. HERTWIG, *Handbuch,* etc., p. 92.
L. DOLLO, *Podocnemis congolensis, Tortue fluviatile nouvelle du Montien (Paléocène inférieur) du Congo, et l'Evolution des Chéloniens fluviatiles.* Annales du Musée du Congo belge. 1913. Vol. I, p. 59.
2) W. T. CALMAN, *Life of Crustacea.* Londres, 1911; p. 156.
3) F. A. MCNEILL, *Quaint Crustaceans.* Australian Museum Magazine. 1921. Vol. I, p. 57.
4) J. E. V. BOAS, *Lehrbuch der Zoologie.* Iéna, 1920; p. 325.
L. DOLLO, *Les Céphalopodes adaptés à la Vie Nectique Secondaire et à la Vie Benthique Tertiaire.* Zoologische Jahrbücher. 1912. Supplement XV: Festschrift für J. W. Spengel. Vol. I, p. 111.
5) L. PLATE, *Bemerkungen über die deszendenztheoretische Bewertung der Umwandlungen von Planorbis multiformis.* Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1920. Vol. LVI, p. 222.

II.

LA VIE NECTIQUE SECONDAIRE DES RAIES.

1. — Sur ce sujet, je serai *très bref,* — vu l'espace restreint dont je dispose ici, — et puis, parce que le problème a déjà été examiné antérieurement par divers auteurs, — notamment, par M. O. Jaekel, Professeur à l'Université de Greifswald, par M. A. Luther, Professeur à l'Université d'Helsingfors, et par moi-même [1].

2. — Il y eut *deux retours* des *Raies* à la *Vie Nectique*:

1. Avant l'Oxycercie . . . . *Pristis.*
2. Après l'Oxycercie . . . . *Ceratoptera.*

Nous n'avons à nous occuper, aujourd'hui, que du premier.

3. — Reprenons la *citation* du savant zoologiste allemand:

„Die Pristiden leiten sich von den am Boden lebenden Rochen ab, sind aber wieder freischwimmend geworden und haben damit die ursprüngliche Form der Haie wieder angenommen [2]).

Mais ce n'est pas, là, un cas de Réversibilité. Bien au contraire, — car les *Pristidæ* sont, précisément, un des *exemples* les plus *convaincants* de l'*Irréversibilité de l'Evolution.*

En effet, les *Scies* sont des *Raies* qui sont *redevenues squaliformes,* par la Vie Nectique Secondaire, — comme les *Baleines* sont des *Mammifères* qui sont *redevenus pisciformes,* par la Vie Marine Secondaire.

Mais, de même que les *Baleines* ne sont *pas redevenues* des *Poissons,* — de même les *Scies* ne sont *pas redevenues* des *Requins.*

4. — Autrement, *comment pourrions-nous savoir* qu'elles ont eu une existence de *Raie dépressiforme,* — dans une *Vie Benthique intercalaire,* — entre la Vie Nectique Primaire et la Vie Nectique Secondaire?

Nous le savons, parce que, en réalité, les *Scies* ne sont *pas des Requins,* — mais des *Raies squaliformes,* — ce qui se constate par les caractères de Raies typiques que les Scies ont conservés (Fentes branchiales hypotrèmes, etc.).

Or, cet *Indestructible Passé,* — qui laisse toujours des traces, — c'est, exactement, ce que j'appelle, depuis plus de trente ans, — l'*Irréversibilité de l'Evolution.*

M. Plate a donc fait, ici, une confusion entre la *Réversibilité physiologique* (presque toujours possible) et la *Réversibilité morphologique* (qui est tout autre chose).

III.

LES CÉPHALOPODES DÉROULÉS.

1. Introduction. — Le problème de l'*Enroulement* et du *Déroulement* de la coquille des Céphalopodes tétrabranches doit être envisagé au triple point de vue de la:

1. Morphologie,
2. Biostratigraphie,
3. Ethologie.

Comme aussi du retour, jamais réalisé, dans le Déroulement, à la forme droite initiale, c'est-à-dire de l'*Irréversibilité.*

1) O. Jaekel, *Die eocänen Selachier vom Monte Bolca.* Berlin, 1894; pp. 75 et 80.
A. Luther, *Untersuchungen über die vom N. trigeminus innervierte Muskulatur der Selachier (Haie und Rochen).* Acta Societatis Scientiarum Fennicæ. 1909. Vol. XXXVI, N°. 3, pp. 159 et 160.
L. Dollo, *La Paléontologie éthologique.* Bulletin de la Société belge de Géologie. 1909. Vol. XXIII, pp. 394 à 398.

2) L. Plate, *Bemerkungen,* etc., p. 222.

2. Morphologie. — I. ENROULEMENT: — 1. — Les auteurs compétents paraissent d'accord pour donner à l'*Archimollusque* une coquille *conique,* univalve et uniloculaire [1]).

2. — Il est aisé de faire sortir de là, par la formation des *loges* et des cloisons [2]):

1. La coquille *droite,* univalve et multiloculaire d'*Orthoceras.*
2. Puis, de celle-ci, la coquille *arquée* de *Cyrtoceras.*
3. Alors, la coquille *partiellement enroulée* de *Gyroceras.*
4. Enfin, la coquille *entièrement enroulée* de *Nautilus.*

II. DÉROULEMENT. — 1. — D'autre part, on connaît maint Céphalopode tétrabranche *déroulé* [3])

1. *Lituites,*
2. *Bactrites,*
3. *Rhabdoceras,*
4. *Baculites.*

2. — Y a-t-il eu *retour,* même en tenant compte des variations individuelles, à la *forme droite initiale?*

III. IRRÉVERSIBILITÉ. — 1. — *Pas une seule fois,* — ni comme *caractère* (sutures), ni comme *organe* (coquille), ni comme *individu,* ni comme *espèce,* ni comme *genre,* ni comme *famille,* ni parfois même comme *sous-ordre!*

2. — Car, par tous ses caractères:

1. *Lituites* est un *Nautile déroulé* [4]),
2. *Bactrites* est une *Goniatite déroulée* [5]),
3. *Rhabdoceras* est un *Cératite déroulé* [6]),
4. *Baculites* est une *Ammonite déroulée* [7]).

et *aucun* d'eux n'est *redevenu,* ni totalement, ni partiellement (sauf plus ou moins pour la forme extérieure, comme la Baleine et le Poisson), — ni pour la Loge initiale, ni pour les Sutures, ni pour l'Ouverture, ni pour le Siphon, ni pour l'Ornementation, — ni pour le processus du Déroulement (Enroulement, d'abord macrospire, puis microspire, — Déroulement, conservant jusqu' à la fin les dernières spires formées, au lieu de s'en débarrasser d'abord), — l'*Orthoceras* ancestral [8]).

Magnifiques exemples d'*Irréversibilité!*

3. Biostratigraphie. — I. ENROULEMENT. — 1. — En ce qui concerne l'Enroulement:

1. La *coquille* des plus anciens Céphalopodes tétrabranches *(Volborthella = Cambrien inférieur)* est *droite* [9]).

1) A. NAEF, *Die Cephalopoden.* Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1921. Monographie XXXV, p. 52.
2) K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge der Paläontologie:* F. BROILI, *Invertebrata.* Munich, 1921; p. 514.
A. NAEF, *Die Cephalopoden,* etc., p. 75.
3) K. A. VON ZITTEL, *Text-Book of Palaeontology:* A. HYATT, *Cephalopoda.* Londres, 1900; p. 533.
4) C. LOSSEN, *Ueber einige Lituiten.* Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. 1860. Vol. XII, p. 15.
F. NOETLING, *Ueber Lituites lituus.* Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. 1882. Vol. XXXIV, p. 156.
Nautile, — pour la simplicité, en langage courant, — mais, plus exactement, — *Nautilidæ.*
K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 510.
5) G. SANDBERGER und F. SANDBERGER, *Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau.* Wiesbaden, 1850—1856; p. 124.
W. BRANCO, *Ueber die Anfangskammer von Bactrites.* Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. 1885. Vol. XXXVII, p. 1.
Goniatite, — pour la simplicité, en langage courant, — mais, plus exactement, — *Goniatitidæ.*
K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 533.
6) W. JANENSCH, *Ueber die Jugendentwicklung von Rhabdoceras Suessi.* Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1906; p. 710.
J. WANNER, *Paläontologie von Timor:* E. JAWORSKI, *Die Fauna der obertriadischen Nuculamergel von Misol.* Stuttgart, 1915; p. 133.
Cératite, — pour la simplicité, en langage courant, — mais, plus exactement, — *Ceratitidæ.*
K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 542.
7) A. P. BROWN, *On the Young of Baculites compressus.* Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1891; p. 159.
A. P. BROWN, *The Development of the Shell in the Coiled Stage of Baculites compressus.* Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1892; p. 136.
J. P. SMITH, *The Larval Coil of Baculites.* American Naturalist. 1901. Vol. XXXV, p. 39.
Ammonite, — pour la simplicité, en langage courant, — mais, plus exactement, — *Lytoceratidæ.*
K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 554.
8) P. POČTA, *Ueber die Anfangskammer der Gattung Orthoceras.* Sitzungsberichte der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1902. N⁰. LII, p. 1.
9) F. SCHMIDT, *Ueber eine neuendeckte untercambrische Fauna in Estland.* Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 1888. Vol. XXXVI, N⁰. 2, p. 25.
A. KARPINSKY, *Sur le genre de Céphalopodes éocambrien Volborthella.* Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 1903. Vol. XVIII, p. 147.

2. Puis, viennent les *coquilles arquées* de ces Céphalopodes *(Cyrtoceras = Cambrien supérieur)* [1]).
3. Ce n'est qu'avec le *Silurien* qu'on voit apparaître les *coquilles enroulées,* partiellement *(Gyroceras)* ou totalement *(Nautilus)* [2]).

2. — La *Biostratigraphie* confirme donc les données de la *Morphologie* sur la transformation d'une *coquille primitivement droite,* chez les Céphalopodes tétrabranches, en une *coquille enroulée.*

II. DÉROULEMENT. — 1. — Les *Déroulements* furent *indépendants,* comme le montrent, *biostratigraphiquement,* les *lacunes* entre les formes déroulées [3]):

1. *Lituites*	se trouve dans le	*Silurien inférieur* et le *Silurien supérieur.*
2. *Bactrites*	—	*Dévonien moyen* au *Carbonifère inférieur.*
3. *Rhabdoceras*	—	*Trias supérieur.*
4. *Baculites*	—	*Crétacé supérieur.*

2. — Ainsi, de nouveau, la *Biostratigraphie* confirme les données de la *Morphologie.*

III. IRRÉVERSIBILITÉ. — 1. — Biostratigraphiquement, une forme *droite* ou *déroulée,* une fois *disparue,* ne *réapparait jamais.*

2. — Si les conditions d'existence l'exigent, et si les variations individuelles le permettent, elles sont *remplacées* par d'*autres formes déroulées* sans *aucune liaison directe* avec celles qui ne sont plus.

3. — Il n'y a donc *jamais* de véritable *retour en arrière*: c'est l'*Irréversibilité!*

4. Ethologie. — I. LA VIE PLANCTIQUE. — 1. — En 1909, j'ai eu l'occasion de distinguer, dans la *Vie Nectique* [4]):

1. Vie gastronectique,
2. Vie notonectique.
3. Vie pleuronectique,
4. Vie hypsonectique.

2. — Je distinguerai, de même, aujourd'hui, dans la *Vie Planctique:*

1. Vie gastroplanctique,
2. Vie notoplanctique,
3. Vie pleuroplanctique,
4. Vie hypsoplanctique,

d'après l'orientation du corps dans les conditions normales d'existence.

3. — Maintenant, dans la *Vie hypsoplanctique,* il faut encore séparer:

1. Vie hypsoplanctique épistome.
2. — hypostome.

4. — *Vie gastroplanctique* = flottent le ventre en bas.

Exemple (pour rester parmi les Mollusques, mais il serait aisé d'en trouver de nombreux pareils dans d'autres groupes d'Organismes):

1. **Nudibranches** = *Phyllirhoë* [5]).

5. — *Vie notoplanctique* = flottent le dos en bas.

Exemples:

1. **Nudibranches** = *Glaucus* [6]).
2. **Prosobranches** = *Janthina* [7]).

6. — *Vie pleuroplanctique* = flottent sur un côté.

Exemple:

1. **Lamellibranches** = *Planktomya* [8]).

7. — *Vie hypsoplanctique* = flottent avec le grand axe du corps vertical.

Exemple:

1. **Ptéropodes** = *Creseis* [9]).

1) K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 507.
2) K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., p. 511.
3) K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge,* etc., pp. 510, 533, 542, 554.
4) L. DOLLO, *La Paléontologie éthologique,* etc., p. 419.
5) P. FISCHER, *Manuel de Conchyliologie.* Paris, 1887; p. 537.
6) H. N. MOSELEY, *Pelagic Life.* Nature. 1882. Vol. XXVI, p. 560.
A. STEUER, *Planktonkunde.* Leipzig, 1910; p. 218.
7) P. FISCHER, *Manuel de Conchyliologie,* etc., p. 774.
A. STEUER, *Planktonkunde,* etc., p. 189.
8) H. SIMROTH, *Die Acephalen.* Ergebnisse der Plankton-Expedition. 1896. Vol. II, p. 28.
9) P. SCHIEMENZ, *Die Pteropoden.* Ergebnisse der Plankton-Expedition. 1906. Vol. II, p. 6.

8. — Ensuite, *Vie hypsoplanctique épistome* = bouche tournée vers le haut:

1. **Anthozoaires** = *Arachnactis* [1]).
2. **Echinodermes** = *Pelagothuria* [2]).
3. **Ptéropodes** = *Cuvierina* [3]).
4. **Céphalopodes** = *Doratopsis* [4]).

9. — Enfin, *Vie hypsoplanctique hypostome* = bouche tournée vers le bas:

1. **Hydrozoaires** = *Pelagohydra* [5]).
2. **Scyphoméduses** = *Periphylla* [6]).
3. **Anthozoaires** = *Minyas* [7]).
4. **Cténophores** = *Beroë* [8]).

II. ENROULEMENT. — 1. — Si on examine la reconstitution de l'*Archimollusque*, chez les morphologistes les plus autorisés [9]), il n'est pas douteux, d'après les caractères qu'ils accordent au Pied, que cet Archimollusque était adapté à la *Vie Benthique*.

Comme cette Vie Benthique est la plus ancienne que nous rencontrions chez les Mollusques, je l'appellerai *Vie Benthique Primaire*.

Ainsi que nous l'avons vu plus haut, la Coquille était, alors, externe, conique, univalve et uniloculaire.

2. — Par la suite, dans une série d'étapes qui nous sont actuellement inconnues, l'Archimollusque se transforma de diverses manières, et notamment en *Céphalopode*.

Et ces Céphalopodes eurent, d'abord, une Coquille externe, droite, univalve et multiloculaire [10]). Exemple: *Orthoceras*.

Ce qui s'explique le mieux comme une Adaptation à la *Vie hypsoplanctique hypostome*, facile d'ailleurs à faire dériver de la Vie gastrobenthique de l'Archimollusque [11]).

Cette Vie hypsoplanctique hypostome étant, au surplus, une *Vie Planctique Primaire* chez les Mollusques.

3. — Ultérieurement, il y eut un *Retour* des *Céphalopodes droits* à la *Vie Benthique*, mais pas de Retour à la Coquille conique, univalve et uniloculaire de l'Archimollusque ancestral.

Il fallut donc transformer la Coquille droite, univalve et multiloculaire du Céphalopode primitif pour permettre cette Vie Benthique, — ce à quoi on arriva par l'*Enroulement*, ainsi que le suggère M. F. Broili, Professeur à l'Université de Munich [12]).

Les *Céphalopodes enroulés* doivent donc leur origine à l'Adaptation à la *Vie Benthique Secondaire* chez les Mollusques.

4. — Par conséquent, nous avons, en *résumé*:

Vie Benthique Secondaire	Nautile	Coquille multiloculaire enroulée
|		|
Vie Planctique Primaire	Orthoceras	Coquille multiloculaire droite
|		|
Vie Benthique Primaire	Archimollusque	Coquille uniloculaire conique.

1) M. SARS, *Fauna littoralis Norvegiae*. Christiania, 1846; p. 28.
2) C. CHUN, *Aus den Tiefen des Weltmeeres*. Iéna, 1900; p. 513.
3) J. E. V. BOAS, *Spolia Atlantica: Bidrag til Pteropodernes Morfologi og Systematik samt til Kundskaben om deres geografiske Udbredelse*. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. 1886. Vol. IV, p. 131.
A. STEUER, *Planktonkunde*, etc., p. 217.
4) G. JATTA, *I Cefalopodi*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1896. Monographie XXIII, p. 111.
G. PFEFFER, *Die Cephalopoden*. Ergebnisse der Plankton-Expedition. 1912. Vol. II, p. 554.
O. ABEL, *Paläobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten*. Iéna, 1916; pp. 19, 77, 174.
5) A. DENDY, *On a Free-swimming Hydroid, Pelagohydra mirabilis*. Quarterly Journal of Microscopical Science. 1902. Vol. XLVI, p. 3.
6) E. HAECKEL, *Report on the Deep-sea Medusæ*. Voyage of H. M. S. Challenger: Zoology. 1881. Vol. IV, p. 64.
7) H. N. MOSELEY, *Pelagic Life*, etc., p. 564.
A. ANDRES, *Le Attinie*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1884. Monographie IX, p. 352.
8) C. CHUN, *Ctenophorae*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1880. Monographie I, p. 306.
9) A. LANG, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere*: K. HESCHELER, *Mollusca*. Iéna, 1900; p. 34.
E. RAY LANKESTER, *A Treatise on Zoology*: P. PELSENEER, *Mollusca*. Londres, 1906; p. 32.
A. NAEF, *Die fossilen Tintenfische*. Iéna, 1922; p. 12.
10) Voir, plus haut, p. 219.
11) E. DACQUÉ, *Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere*. Berlin, 1921; p. 532.
12) K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge*, etc., p. 505.

III. DÉROULEMENT. — 1. — Le *Déroulement* correspond-il exactement au *même mode de vie* que la *Coquille droite,* c'est-à-dire à la Vie hypsoplanctique hypostome?

M. E. Dacqué, Professeur à l'Université de Munich, le pense [1]).

Mais je ne le crois pas, et je vais donner mes raisons.

2. — Pour moi, la *Coquille droite,* qui représente la *Vie Planctique Primaire,* répond, comme le veut M. Dacqué, à la *Vie hypsoplanctique hypostome.*

Et la *Coquille déroulée,* qui représente la *Vie Planctique Secondaire,* répond, par contre, à la *Vie hypsoplanctique épistome.*

3. — En effet, *Nautilus* est essentiellement adapté à la *Vie Benthique Secondaire* [2]), mais il vient cependant parfois flotter à la Surface [3]).

Réalisant, ainsi, comme une première étape vers la *Vie Planctique Secondaire.*

Laquelle, maintenant? Si l'Adaptation se poursuit, nous assisterons au *Déroulement* de la Coquille.

Ce Déroulement, étant impossible vers le haut, — puisque l'animal est à la Surface même de l'eau, — devra donc se faire vers le bas, conduisant, par conséquent, de cette façon, à la *Vie hypsoplanctique épistome.*

4. — Dès lors, les *Céphalopodes droits* (Orthoceras, etc.) sont adaptés à la *Vie hypsoplanctique hypostome,* avec *flotteur supère,* — comme Pelagohydra et Minyas.

Et les *Céphalopodes déroulés* (Lituites, Bactrites, Rhabdoceras, Baculites, etc.) sont adaptés à la *Vie hypsoplanctique épistome,* avec *flotteur infère,* — comme Cuvierina et Spirula [4]).

5. — Or, cette *interprétation* n'est *pas imaginaire,* car elle est justement réalisée chez les *Ptéropodes*:

1. Coquille enroulée	*Limacina.*
2. Coquille presqu'entièrement déroulée	*Creseis.*
3. Coquille entièrement déroulée, mais sans flotteur	*Styliola.*
4. Coquille entièrement déroulée, avec flotteur infère	*Cuvierina.*

Et l'Evolution s'est faite dans le sens *Limacina—Cuvierina,* et non en sens inverse [5]).

Dans la *Vie Planctique de Surface* [6]),—*Cuvierina* est donc un Ptéropode adapté à la *Vie hypsoplanctique épistome,* avec *flotteur infère* [7]).

6. — Mais le *flotteur infère* est *impossible hydrostatiquement,* dit M. Dacqué [8]).

Pourquoi? Le *flotteur* situé *sous le flotté* peut y exercer une *poussée* ascensionnelle, comme le *flotteur* situé *par dessus le flotté* y exerce une *traction* ascensionnelle.

C'est exactement le cas d'un *passager* sur le *pont* d'un *bateau.*

C'est encore le cas de *Cuvierina,* parmi les Ptéropodes.

C'est, enfin, le cas de *Spirula,* qui ne peut plus être considérée aujourd'hui que comme un Céphalopode adapté à la *Vie hypsoplanctique épistome,* avec *flotteur infère* [9]).

1) E. DACQUÉ, *Vergleichende biologische Formenkunde,* etc., p. 547.
2) G. E. RUMPHIUS, *D'Amboinsche Rariteitkamer.* Amsterdam, 1705; p. 61.
B. DEAN, *Notes on living Nautilus.* American Naturalist. 1901. Vol. XXXV, p. 819.
A. WILLEY, *Zoological Results based on Material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere, collected during the years 1895, 1896 and 1897.* Cambridge, 1902; p. 808.
3) G. E. RUMPHIUS, *D'Amboinsche Rariteitkamer,* etc., p. 61.
H. N. MOSELEY, *Notes by a Naturalist on H. M. S. Challenger.* Londres, 1892; p. 257.
R. SEMON, *Im Australischen Busch und an den Küsten des Korallenmeeres.* Leipzig, 1903; p. 506.
4) Voir, plus bas, No. 6.
5) J. E. V. BOAS, *Spolia Atlantica,* etc., p. 52.
P. PELSENEER, *Report on the Pteropoda* (III). Voyage of H. M. S. Challenger: Zoology. 1888. Vol. XXIII, p. 35.
J. MEISENHEIMER, *Pteropoda.* Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. 1905. Vol. IX, p. 173.
6) P. FISCHER, *Manuel de Conchyliologie,* etc., pp. 430 et 437.
7) Les *Ptéropodes déroulés* ne sont symétriques qu'extérieurement, et leur asymétrie interne reste complète: double cas d'*Irréversibilité,* car, ni l'animal, ni la coquille non plus, ne retournent à l'Archimollusque initial!
P. PELSENEER, *Report on the Pteropoda,* etc., p. 35.
8) E. DACQUÉ, *Vergleichende biologische Formenkunde,* etc., pp. 532 et 547.
9) C. CHUN, *Die Cephalopoden.* Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. 1915. Vol. XVIII, p. 468.
O. ABEL, *Paläobiologie der Cephalopoden,* etc., p. 35.
A. NAEF, *Die fossilen Tintenfische,* etc., pp. 69 et 72.

Et c'est ce que confirment, d'autre part, les *Anthophytes flottants*, avec leur *flotteur infère*, et qui ne peut être autre, puisqu'il est destiné à maintenir les organes aériens hors de l'eau [1]):

1. *Neptunia* (Mimosée) . . . . Flotteur = Tiges.
2. *Pistia* (Aroïdée) . . . . Flotteur = Feuilles.
3. *Eichhornia* (Pontédériacée) . . . . Flotteur = Pétioles.

IV. IRRÉVERSIBILITÉ. — 1. — Dans l'Adaptation d'*Orthoceras* [2]) à la *Vie Benthique Secondaire,* — il n'y a *pas* eu de *retour* à la *Coquille uniloculaire* de l'*Archimollusque* adapté à la *Vie Benthique Primaire.*

Mais Enroulement de la Coquille multiloculaire des Céphalopodes droits adaptés à la Vie Planctique Primaire.

2. — Dans l'Adaptation des *Nautiles*, des *Goniatites*, des *Cératites*, des *Ammonites* [3]) à la *Vie Planctique Secondaire,* — il n'y a *pas* eu de *retour* à la *Vie hypsoplanctique hypostome*, avec *flotteur supère*, d'*Orthoceras*, qui était une *Vie Planctique Primaire.*

Mais *Lituites*, *Bactrites*, *Rhabdoceras*, *Baculites* furent adaptés à la *Vie hypsoplanctique épistome* avec *flotteur infère.*

5. Conclusion. — 1. — Par conséquent, — ni *morphologiquement*, ni *biostratigraphiquement*, ni *éthologiquement*, — les *Céphalopodes déroulés* (Lituites, Bactrites, Rhabdoceras, Baculites) ne sont un *retour* aux *Céphalopodes droits* (Orthoceras, etc.) initiaux, — même en tenant compte des Variations individuelles dans toute leur amplitude.

2. — L'éminent zoologiste de l'Université d'Iéna n'est donc pas fondé à écrire [4]):

„In der Tat hält es nicht schwer festzustellen, dass in der Phylogenie gar nicht selten der frühere Zustand wieder eintritt." . . . . . „Die Ammoniten haben am Ende ihrer Laufbahn wieder die gestreckten Schalen der Ausgangsform angenommen."

Car ce n'est *pas l'état antérieur* qui revient, mais *un autre,* — puisque la *forme déroulée* est toujours *différente* de la *forme droite,* — et n'a avec elle qu'une *ressemblance purement extérieure,* comme celle de la Baleine et du Poisson.

3. — Il y a donc encore une fois, ici, *confusion* entre la *Réversibilité physiologique* (presque toujours possible) et la *Réversibilité morphologique* (qui est tout autre chose).

4. — Quand notre savant Collègue ajoute [5]):

„Der DOLLOsche Satz ist in der Hauptsache sicher richtig, aber die Welt der Organismen lässt sich nicht in absolut gültige Gesetze zwingen. Darin liegt ein Hauptunterschied zwischen der organischen und der anorganischen Materie."

Je ne puis, non plus, me déclarer d'accord avec lui.

Car, s'il y a des *Lois naturelles,* elles doivent être *constantes* pour les *Organismes* comme pour les *Anorganismes.*

Il semble seulement qu'elles soient *plus compliquées,* par conséquent plus difficiles à découvrir et à préciser, pour les *Organismes* que pour les Anorganismes.

Admettre le *contraire* serait faire un *retour* au *Vitalisme,* — et je suis convaincu que M. Plate serait le dernier à accepter de participer à ce phénomène de Réversibilité!

1) K. GOEBEL, *Pflanzenbiologische Schilderungen.* II. Marbourg, 1891; p. 288.
A. ARBER, *Water Plants.* Cambridge, 1920; pp. 82, 154, 189.
2) Ce terme étant pris, ici, non dans un sens strictement générique, mais plutôt dans un sens de Famille.
3) Ces quatre termes étant pris, ici, non dans un sens strictement générique, mais plutôt dans un sens de Famille.
4) L. PLATE, *Bemerkungen,* etc., p. 222.
5) L. PLATE, *Bemerkungen,* etc., p. 222.

IV.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1. — Comme la Récapitulation, l'*Irréversibilité* est une *Réalité*.

Trop de cas en ont été constatés, par trop d'auteurs différents, dans trop de circonstances différentes, pour qu'on puisse en douter [1]).

D'ailleurs, elle a sa *raison d'être*.

2. — Maintenant, l'*Irréversibilité* est-elle *absolue*, ou n'est-elle, comme la Récapitulation, vraie que *sous conditions*, et *lesquelles?*

C'est ce que l'avenir montrera.

3. — Quoiqu'il en soit, c'est ici qu'il importera de considérer séparément l'*Irréversibilité* dans le *Caractère*, dans l'*Organe*, dans l'*Individu*, dans l'*Espèce*.

4. — Et, aussi, de ne pas confondre la *Réversibilité physiologique* et la *Réversibilité morphologique*.

5. — Enfin, de ne pas présenter comme une réfutation de l'*Irréversibilité* des *cas incertains*, ou *analysés superficiellement*, ou même *pas analysés* du tout, — ainsi qu'il est arrivé trop souvent.

6. — Bien que la *Science* ait pour but unique la découverte de la *Vérité* (et non l'Utilité!), — comme l'*Art* a pour but unique la création de la *Beauté* (et non la Morale!), — je voudrais rappeler, ici, deux *applications* de l'*Irréversibilité*:

En *Morphologie*, distinguer les *caractères secondaires* des *caractères primitifs*, — par les traces de l'Indestructible Passé.

En *Phylogénie*, déterminer le *sens* de l'*Evolution*, — quand on a affaire, comme matériaux d'étude, à des Organismes contemporains, cas très fréquent pour tant de groupes, ainsi que chacun le sait.

7. — De même que nous avons:

1. Vie gastronectique,
2. Vie notonectique,
3. Vie pleuronectique,
4. Vie hypsonectique,

1. Vie gastroplanctique,
2. Vie notoplanctique,
3. Vie pleuroplanctique,
4. Vie hypsoplanctique,

nous avons aussi:

1. Vie gastrobenthique = Raja.
2. Vie notobenthique = Lucernaria.
3. Vie pleurobenthique = Solea.
4. Vie hypsobenthique = Hydra.

8. — Parmi les *Céphalopodes*, je considère:

1. *Doratopsis*,
2. *Bathothauma* [2]),
3. *Spirula*,
4. *Baculites*,
5. *Rhabdoceras*,
6. *Bactrites*,
7. *Lituites*,
8. *Orthoceras*,

1) L. DOLLO, *Les Lois de l'Evolution*, etc., p. 164.
O. ABEL, *Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere*. Stuttgart, 1912; p. 616.
E. DACQUÉ, *Vergleichende biologische Formenkunde*, etc., p. 747.
Comme chacun le sait, j'ai eu l'occasion de signaler, depuis plus de trente ans, un nombre considérable de cas d'*Irréversibilité*, chez les *Animaux* et chez les *Végétaux*.
Je rappellerai seulement ici:
1. Dans les *Mammifères*: les *Marsupiaux* et la *Néobaleine*.
2. Dans les *Reptiles*: la *Tortue Luth* et les *Dinosauriens adaptés à la Vie Quadrupède Secondaire*.
3. Dans les *Poissons*: les *Dipneustes* et les *Téléostéens à Ventrales Abdominales Secondaires*.
4. Dans les *Arthropodes*: les *Trilobites* et les *Mérostomates*.
5. Dans les *Mollusques*: les *Céphalopodes Déroulés* et *Cirroteuthis* (avec *Opisthoteuthis*).
6. Dans les *Végétaux*: le *Zostère* et le *Lotus*.
Outre le bel ouvrage de M. O. Abel, Professeur à l'Université de Vienne, on trouve une bibliographie détaillée de ces travaux dans:
B. PETRONIEVICS, *Sur la Loi de l'Evolution irréversible*. Science Progress. 1919. N°. 51, p. 406.

2) C. CHUN, *Die Cephalopoden*. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. 1910. Vol. XVIII, p. 389.
O. ABEL, *Paläobiologie der Cephalopoden*, etc., p. 35.

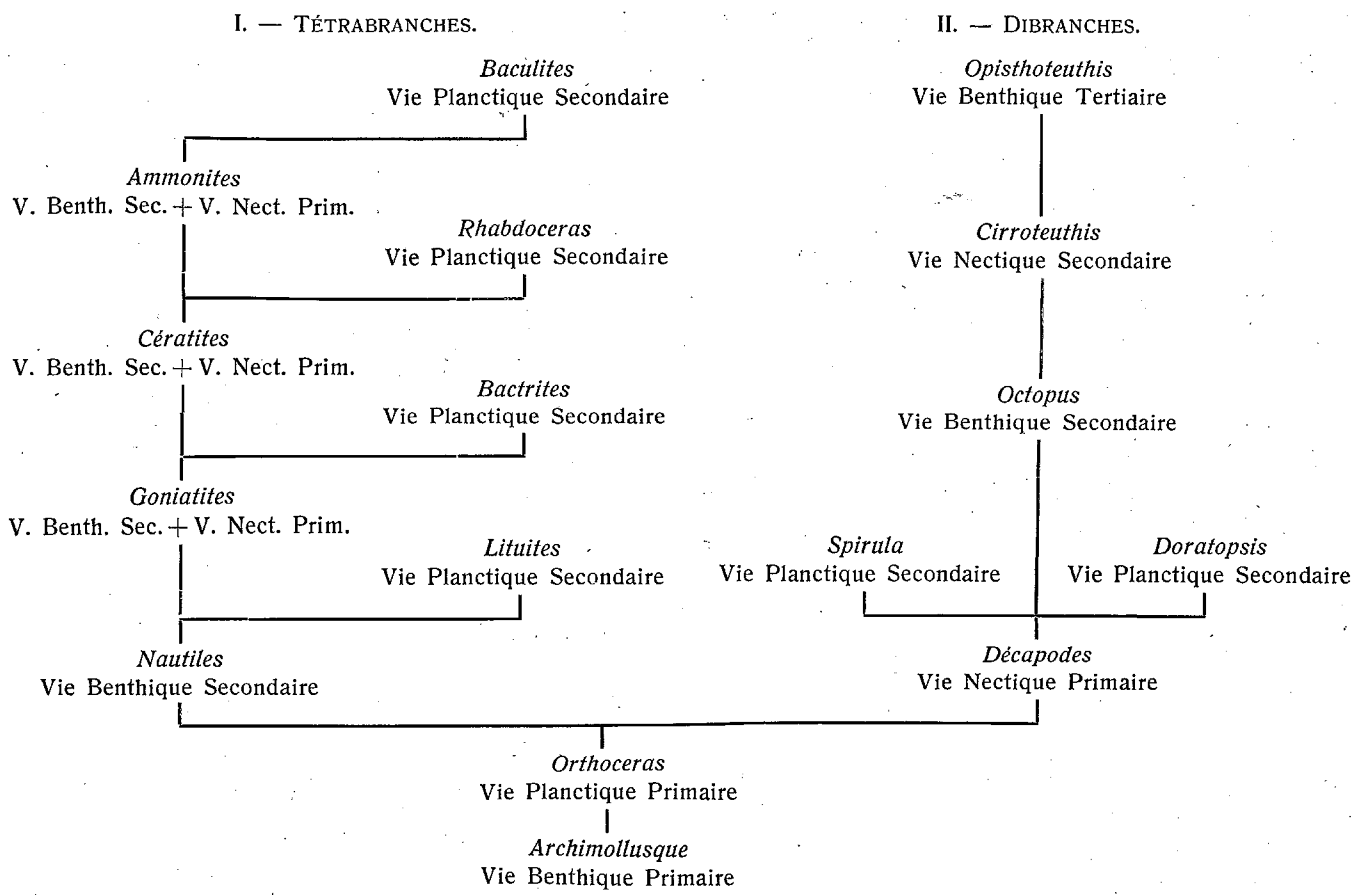
comme adaptés à la *Vie hypsoplanctique*, tandis que:

1. *Ascoceras*,
2. *Glossoceras* [1]),

seraient adaptés à la *Vie gastroplanctique*.

9. — Pour terminer, — et comme application des *Méthodes* de la *Paléontologie éthologique* [2]), — je donnerai un tableau des principales étapes de l'*Evolution éthologique des Céphalopodes*, telles que je les comprends actuellement:

QUELQUES ÉTAPES DE L'ÉVOLUTION ÉTHOLOGIQUE DES CÉPHALOPODES.



Pour éviter tout malentendu, je répéterai, en y insistant, ce que j'ai déjà dit dans un travail antérieur, qu'il ne s'agit *pas* d'esquisser dans ce tableau une *Phylogénie des Céphalopodes* [3]).

Mais, simplement, d'attirer l'attention sur les principales étapes de leurs *Adaptations* au *Milieu*.

1) G. LINDSTRÖM, *The Ascoceratidæ and the Lituitidæ of the Upper Silurian Formation of Gotland.* Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. 1889. Vol. XXIII, N°. 12, p. 33.
K. A. VON ZITTEL, *Grundzüge*, etc., p. 509.

2) L. DOLLO, *La Paléontologie éthologique*, etc., p. 377.
O. ABEL, *Grundzüge*, etc., p. 15.
E. DACQUÉ, *Vergleichende biologische Formenkunde*, etc., p. 9.

3) L. DOLLO, *Les Céphalopodes adaptés à la Vie Nectique Secondaire*, etc., p. 111.
Pour une autre interprétation de l'origine des Octopodes, voir:
A. NAEF, *Die fossilen Tintenfische*, etc., p. 303.

Les Spécialistes corrigeront, ou compléteront, notre Essai comme il conviendra, — mais j'estime que, *parallèlement* à la *Phylogénie*, il n'est plus possible aujourd'hui d'ignorer l'*Ethologie* [1]).

10. — Au moment de clore ce travail, je suis heureux de pouvoir remercier, ici, M. F. A. Bather, Conservateur-Adjoint au British Museum, qui m'a documenté sur *Volborthella*.

Je remercie également M. J. Wanner, Professeur à l'Université de Bonn, et M. E. Jaworski, Privat-Dozent à la même Université, des renseignements qu'ils ont bien voulu me communiquer sur *Rhabdoceras*, dont ils se sont particulièrement occupés.

Enfin, M. Jaworski a encore appelé mon attention sur un important mémoire concernant *Bactrites* [2]).

1) En 1866, le célèbre zoologiste de l'Université d'Iéna, Haeckel, créa, pour la Science des Rapports de l'Organisme avec le Milieu ambiant (= Existenzbedingungen), le terme *Oecologie*.

E. HAECKEL, *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin, 1866. Vol. II, p. 286.

Ce terme, très répandu aujourd'hui, présente, cependant, plusieurs inconvénients.

D'abord, la multiplicité de ses transcriptions: Oecologie, Oekologie, Œkologie, Ökologie, Ecologie, etc.

Ensuite, et surtout, il n'a pas la priorité, car il existait déjà un autre terme pour désigner la même branche de la Biologie.

C'est le mot *Ethologie*, employé, dès 1854, par Geoffroy Saint-Hilaire, dans le même sens.

I. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Histoire naturelle générale des Règnes organiques*. Paris, 1854. Vol. I, p. XXII.

Ce dernier terme est, d'ailleurs, beaucoup plus ancien, comme on l'a fait remarquer:

"Ethologie est un mot admis dans le dictionnaire de l'Académie française depuis 1762. Il est défini: Science des mœurs".

E. G. RACOVITZA, *Biospeleologica*: XIII. *Sphéromiens*. Archives de Zoologie expérimentale. 1910. Vol. IV, p. 628.

Il remonte même au XVIe siècle, d'après Littré:

"Hist. XVIe s. Ethologie, Cotgrave".

E. LITTRÉ, *Dictionnaire de la langue française*. Paris, 1878. Vol. II, p. 1520.

Qui était ce *Cotgrave*, cité ici, et ailleurs, comme une autorité?

"Cotgrave (Randle). — Born in Cheshire, England: died about 1634.

An English lexicographer, author of a French-English dictionary, still important in the study of English and French philology, first published in 1611.

He studied at Cambridge (St. John's College)".

W. D. WHITNEY, *The Century Dictionary and Cyclopedia*. New-York, 1900. Vol. IX, p. 284.

2) J. M. CLARKE. *The Naples Fauna in Western New York*. Report of the New York State Museum. 1896. Vol. II, p. 122.

3 Juin 1922.

LES ADAPTATIONS DES CÉPHALOPODES TÉTRABRANCHES A LA VIE PLANCTIQUE ET A LA VIE BENTHIQUE.

I. — L'Enroulement.

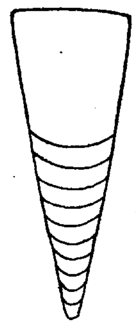


FIG. 1.
Orthoceras.
Coquille = droite.
Silurien à Trias.

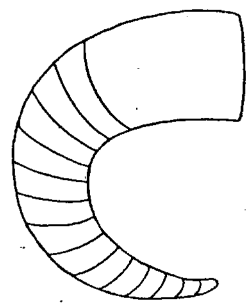


FIG. 2.
Cyrtoceras.
Coquille = arquée.
Cambrien à Permien.

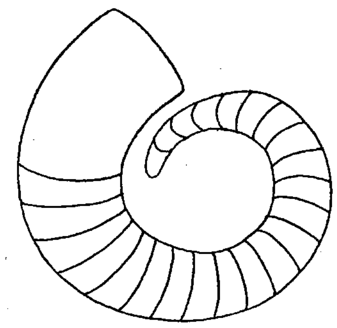


FIG. 3.
Gyroceras.
Coquille = macrospire.
Silurien à Carbonifère.

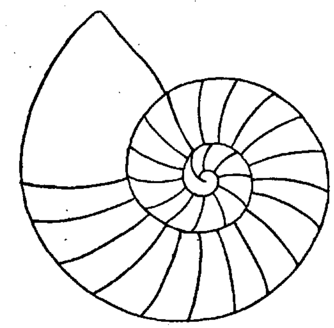


FIG. 4.
Nautilus.
Coquille = macrospire + microspire.
Silurien à Holocène.

II. — Le Déroulement.

Loges initiales, Spires (= microspires !) et Sutures,
pour montrer les traces de l'Indestructible Passé (Enroulement) = Irréversibilité de l'Evolution.

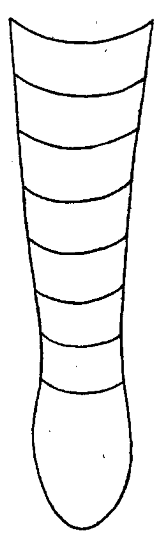


FIG. 5.
Orthoceras.
Céphalopode droit.
Echelle : $\frac{50}{1}$.
Silurien à Trias.
(D'après Počta).

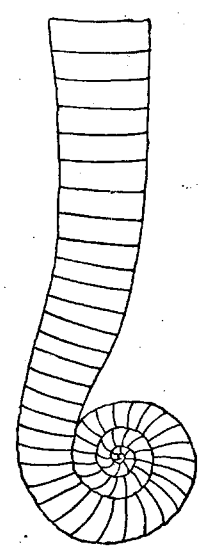


FIG. 6.
Lituites.
Nautile déroulé.
Echelle : $\frac{1}{1}$.
Silurien.
(D'après Lossen).

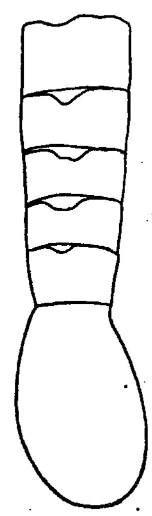


FIG. 7.
Bactrites.
Goniatite déroulée.
Echelle : $\frac{30}{1}$.
Dévonien et Carbonifère.
(D'après Branco).

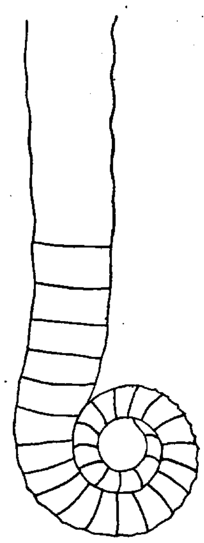


FIG. 8.
Rhabdoceras.
Cératite déroulé.
Echelle : $\frac{20}{1}$.
Trias.
(D'après Janensch).

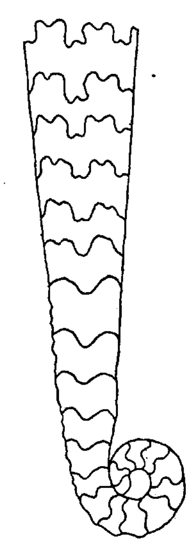


FIG. 9.
Baculites.
Ammonite déroulée.
Echelle : $\frac{10}{1}$.
Crétacé.
(D'après Perrin Smith).

III. — Ethologie du Déroulement.

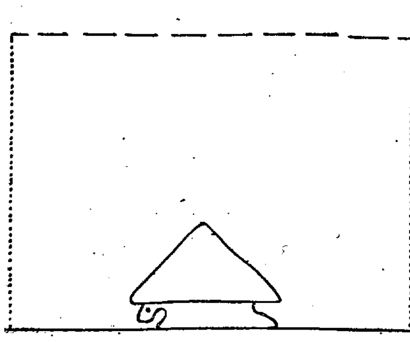


FIG. 10.
Archimollusque.
Vie Benthique Primaire.

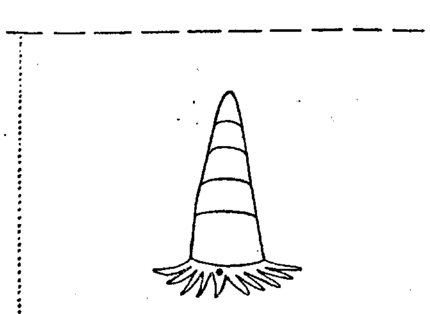


FIG. 11.
Céphalopode Droit.
Vie Planctique Primaire.

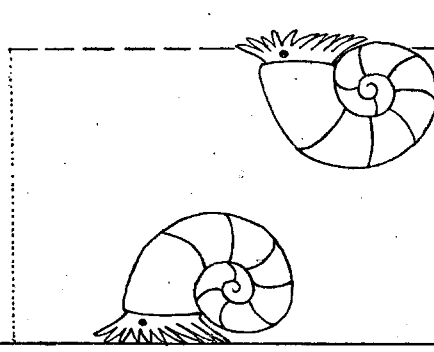


FIG. 12.
Céphalopode Enroulé.
Vie Benthique Secondaire.

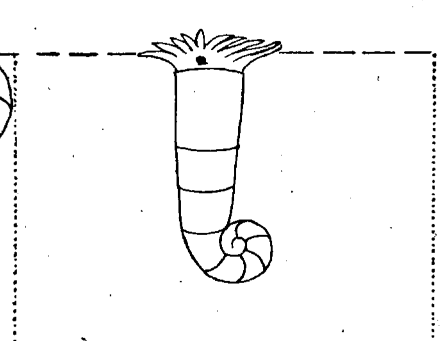


FIG. 13.
Céphalopode Déroulé.
Vie Planctique Secondaire.